

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 839 060

⑫ N° d'enregistrement national : 02 05455

⑤ Int Cl<sup>7</sup> : B 81 B 7/02, G 02 B 26/02, 6/35

⑫

DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE

A3

⑫ Date de dépôt : 30.04.02.

③ Priorité :

⑦ Demandeur(s) : MEMSCAP Société anonyme — FR.

⑦ Inventeur(s) : KATILA PEKKA.

④ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 31.10.03 Bulletin 03/44.

⑤ Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la  
procédure de rapport de recherche.

⑦ Titulaire(s) :

⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés : Certificat d'utilité résultant de la trans-  
formation volontaire de la demande de brevet dépo-  
sée le 30/04/02.

⑦ Mandataire(s) : CABINET LAURENT ET CHARRAS.

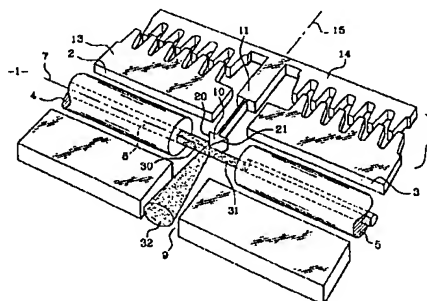
⑤ ATTENUATEUR OPTIQUE VARIABLE.

⑤ Atténuateur optique variable (1) comportant des struc-  
tures micro-électromécaniques réalisées sur un substrat  
(9), et notamment :

- des canaux d'entrée (2) et de sortie (3), alignés dans  
l'axe (7) l'un de l'autre, et destinés à recevoir des fibres op-  
tiques respectivement d'entrée (4) et de sortie (5),

- au moins un obturateur mobile (10) apte à se translater  
de façon contrôlée dans l'espace entre les canaux d'entrée  
(2) et de sortie (3), et ce perpendiculairement à l'axe (7) des  
canaux d'entrée et de sortie,

caractérisé en ce que la face (20) de l'obturateur en re-  
gard du canal d'entrée (2) présente une inclinaison non nul-  
le par rapport à la direction de déplacement (15) de  
l'obturateur (10).



FR 2 839 060 - A3



**ATTENUATEUR OPTIQUE VARIABLE****Domaine technique**

L'invention se rattache au domaine de la microélectronique, et plus  
5 particulièrement au secteur des composants optiques réalisés à partir de structures  
microélectromécaniques, également appelées MEMS. L'invention vise plus  
particulièrement des atténuateurs optiques variables, composants également  
connus sous l'abréviation VOA pour Variable Optical Attenuator. L'invention  
concerne plus spécifiquement une nouvelle géométrie utilisée pour réaliser  
10 l'obturateur d'un atténuateur optique variable.

**Techniques antérieures**

De façon générale, un atténuateur optique variable est un composant optique  
utilisé dans les réseaux de communications par fibres optiques, dans le but  
15 d'adapter la puissance optique transmise entre une fibre optique d'entrée et une  
fibre optique de sortie.

De multiples architectures ont déjà été proposées pour réaliser des  
atténuateurs optiques variables, et notamment en utilisant des technologies MEMS.  
20 Un exemple d'atténuateur variable est décrit dans le document US 6 275 320. De  
façon classique, un atténuateur optique comprend deux canaux, destinés à recevoir  
chacun une fibre optique, à savoir une fibre optique d'entrée et une fibre optique de  
sortie. L'atténuateur comprend également une structure mobile, formant un  
obturateur, qui est déplacée par l'intermédiaire d'un actionneur. En fonction de son  
25 déplacement, cet obturateur permet la transmission d'une partie variable de  
l'énergie lumineuse issue de la fibre optique d'entrée en destination de la fibre  
optique de sortie.

Plus précisément, lorsque la paroi de l'obturateur pénètre le faisceau issu de  
30 la fibre optique d'entrée, une partie est réfléchie, voire absorbée par cette paroi, le  
reste du faisceau se propageant à destination de la fibre optique de sortie. Un  
problème se pose avec la partie du faisceau d'entrée qui est réfléchi sur

l'obturateur, puisque cette fraction réfléchie peut interférer avec le faisceau d'entrée, et perturber le réseau connecté à la fibre optique d'entrée. Pour résoudre ce problème, il a été proposé, dans le document US 6 246 826 d'incliner les canaux des fibres d'entrée et de sortie par rapport à l'obturateur. Grâce à cette disposition, la partie du faisceau d'entrée qui se réfléchit sur l'obturateur n'est pas colinéaire avec le faisceau d'entrée, et les risques de perturbations de la fibre optique d'entrée sont diminués. Toutefois, une telle solution présente l'inconvénient d'augmenter très fortement la surface de substrat occupée par l'atténuateur variable. Cette contrainte est d'autant plus importante que pour diminuer les phénomènes de réflexion, on souhaite généralement que l'angle d'incidence du faisceau issu de la fibre optique s'écarte le plus possible de la normale à la face de l'obturateur correspondant. En outre, cette disposition allonge la course de l'obturateur, ce qui a des conséquences sur la géométrie de l'actionneur, et sur la puissance consommée.

Un problème que se propose donc de résoudre l'invention est celui de pouvoir concilier à la fois les exigences relatives à l'élimination ou tout au moins la diminution des problèmes de réflexion du faisceau d'entrée, avec la limitation de la surface de substrat occupée par l'atténuateur variable.

## **Exposé de l'invention**

L'invention concerne donc un atténuateur optique variable qui comporte des structures micro-électromécaniques (MEMS) réalisées sur un substrat. Le substrat peut par exemple être à base de matériau semi conducteur tel que du silicium, mais également à base de matériaux diélectriques. Parmi ces structures MEMS, on compte notamment des canaux d'entrée et de sortie, alignés dans l'axe l'un de l'autre, et destinés à recevoir des fibres optiques respectivement d'entrée et de sortie.

L'atténuateur comporte également de façon connue un obturateur mobile apte à se translater de façon contrôlée dans l'espace entre les canaux d'entrée et de sortie et ce, perpendiculairement à l'axe desdits canaux d'entrée et de sortie.

Conformément à l'invention, la face de l'obturateur en regard du canal d'entrée présente une inclinaison non nulle par rapport à la direction de déplacement de l'obturateur.

5           Autrement dit, la face de l'obturateur sur laquelle vient se réfléchir le faisceau issu de la fibre d'entrée n'est pas perpendiculaire à cette dernière, mais présente une certaine inclinaison. De la sorte, le faisceau réfléchi sur l'obturateur ne vient pas perturber le faisceau d'entrée et ce, bien que l'obturateur se déplace perpendiculairement au faisceau d'entrée. Grâce à cette disposition, on bénéficie  
10 des avantages en terme de surface occupée sur le substrat que l'on observe avec les atténuateurs dont l'obturateur se déplace perpendiculairement au faisceau d'entrée. On élimine par la même disposition les perturbations relatives aux phénomènes de réflexion du faisceau d'entrée.

15           Avantageusement en pratique, l'inclinaison de la face de l'obturateur en regard du canal d'entrée par rapport à la direction de déplacement de l'obturateur est choisie au voisinage de 45 degrés. De cette manière, le faisceau réfléchi sur l'obturateur se retrouve sensiblement parallèle à la direction de déplacement de l'obturateur, c'est-à-dire dans une direction particulièrement éloignée du faisceau  
20 d'entrée. Les perturbations de ce faisceau d'entrée sont donc très fortement atténuées, et voire totalement annulées. L'invention couvre également des variantes dans lesquelles l'inclinaison de la face de l'obturateur est inférieure. Toutefois, il convient que cette inclinaison soit supérieure à l'inclinaison minimale pour laquelle la partie réfléchie du faisceau d'entrée ne peut repénétrer dans la fibre d'entrée.

25           Dans une variante de réalisation, les deux faces de l'obturateur, situées en regard des canaux d'entrée et de sortie peuvent présenter chacune une inclinaison non nulle par rapport à la direction de déplacement de l'obturateur. Avantageusement, ces deux faces peuvent être symétriques par rapport à l'axe de  
30 déplacement de l'obturateur. Grâce à cette disposition, il est possible d'utiliser l'atténuateur optique sans se soucier du canal dans lequel sera mise en place la

fibre optique d'entrée, puisque les propriétés d'annulation des phénomènes de réflexion arrière sont identiques de chaque côté de l'obturateur.

Dans d'autres variantes, l'atténuateur peut comporter plusieurs obturateurs  
5 venant se chevaucher sur le trajet du faisceau d'entrée pour obtenir une atténuation totale.

### **Description sommaire des figures**

La manière de réaliser l'invention ainsi que les avantages qui en découlent  
10 ressortiront bien de la description du mode de réalisation qui suit, à l'appui de l'unique figure annexée correspondant à une vue de dessus de la partie centrale d'un atténuateur variable conformément à l'invention.

### **Manière de réaliser l'invention**

15 L'atténuateur optique (1) illustré à la figure comporte deux canaux (2, 3) destinés à recevoir les fibres optiques respectivement d'entrée (4) et de sortie (5). L'atténuateur comporte également un obturateur (10) qui est monté à l'extrémité d'une poutre (11), elle-même mobile par l'intermédiaire d'un actionneur (6) constitué de deux peignes interdigités (13, 14). Lorsqu'une tension est appliquée  
20 entre les peignes (13, 14), le peigne mobile (14) est attiré par le peigne fixe (13) de sorte que la poutre (11) se déplace parallèlement à son axe de symétrie (15). Bien entendu, d'autres actionneurs que ceux illustrés à la figure peuvent être employés pour provoquer le déplacement de l'obturateur (10), sans sortir du cadre de l'invention.

25 Conformément à l'invention, l'obturateur (10) présente une forme telle que ses faces (20, 21) ne sont pas parallèles à l'axe (15) de déplacement de l'obturateur, mais présentent au contraire une inclinaison qui est préférentiellement de l'ordre de 45 degrés par rapport à ce même axe. Compte-tenu du fait que l'obturateur (10) se  
30 déplace perpendiculairement à l'axe (7) des fibres, les faces (20, 21) de l'obturateur (10) présentent également une inclinaison de 45 degrés par rapport à la direction de propagation des faisceaux. Dans la forme illustrée, l'obturateur (10) constitue un

élément situé en extrémité de la poutre (11), et ce pour limiter la masse de la partie mobile, pour des questions de consommation d'énergie.

5 De la sorte, lorsque le faisceau d'entrée (30), issu du cœur (8) de la fibre d'entrée (4) parvient sur l'obturateur (10), une fraction seulement (31) parvient à destination de la fibre optique de sortie (5). L'autre portion (32) est réfléchi sur la face (20) de l'atténuateur. Cette portion (32) se propage en dehors de l'espace situé entre les deux canaux (2, 3).

10 Il ressort de ce qui précède que l'atténuateur optique conforme à l'invention présente l'avantage essentiel de limiter les phénomènes de réflexion dans la fibre d'entrée, tout en permettant de profiter des avantages d'une translation de l'atténuateur perpendiculairement au faisceau d'entrée. La surface de substrat occupée est donc limitée, et certaines propriétés d'auto-alignement, conséquences  
15 des propriétés cristallographiques de certains substrats peuvent être avantageusement mises à profit.

REVENDICATIONS

1/ Atténuateur optique variable (1) comportant des structures micro-électromécaniques réalisées sur un substrat (9); et notamment :

- 5           - des canaux d'entrée (2) et de sortie (3), alignés dans l'axe (7) l'un de l'autre, et destinés à recevoir des fibres optiques respectivement d'entrée (4) et de sortie (5),
- au moins un obturateur mobile (10) apte à se translater de façon contrôlée dans l'espace entre les canaux d'entrée (2) et de sortie (3), et
- 10           ce perpendiculairement à l'axe (7) des canaux d'entrée et de sortie,

caractérisé en ce que la face (20) de l'obturateur en regard du canal d'entrée (2) présente une inclinaison non nulle par rapport à la direction de déplacement (15) de l'obturateur (10).

- 15           2/ Atténuateur optique variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que la face (20) de l'obturateur en regard du canal d'entrée présente une inclinaison voisine de 45 degrés par rapport à la direction de déplacement (15) de l'obturateur (10).

- 20           3/ Atténuateur optique variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux faces (20, 21) de l'obturateur (10), situées en regard des canaux d'entrée (2) et de sortie (3) présentent une inclinaison non nulle par rapport à la direction de déplacement (15) de l'obturateur (10).

- 25           4/ Atténuateur optique variable selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux faces (20, 21) de l'obturateur situées en regard des canaux d'entrée et de sortie sont symétriques par rapport à l'axe de déplacement (15) de l'obturateur (10).

30

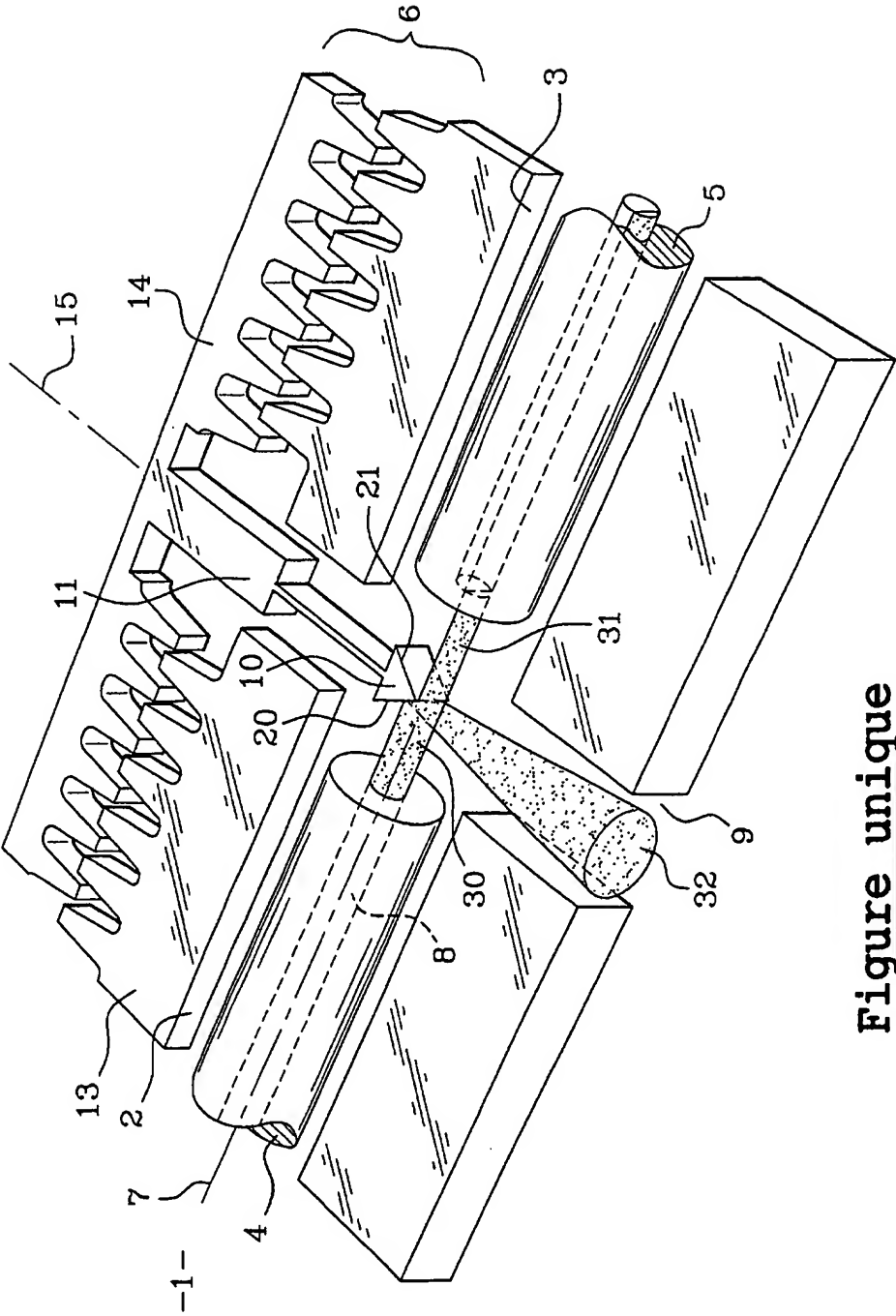


Figure unique